

氏名	うちい きみこ 内井喜美子
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第3163号
学位授与の日付	平成19年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科生物科学専攻
学位論文題目	Adaptive significance of a herbivorous morph in bluegill sunfish introduced into Lake Biwa (琵琶湖における草食性ブルーギルの適応的意義)
論文調査委員	(主査) 助教授 奥田 昇 教授 清水 勇 教授 佐藤 矩行

### 論文内容の要旨

近年琵琶湖に生息する外来魚ブルーギルにおいて食性多型現象が報告された。ブルーギルには、原産地北アメリカにおいて、底生動物の捕食に適した形態を持つ沿岸型、動物プランクトンの捕食に適した形態を持つ浮遊型の2型が知られているが、琵琶湖においては沿岸型に相当する底生動物食型、浮遊型に相当する動物プランクトン食型に加えて、水草を主に摂食する水草食型という新しい食性型が観察された。本申請論文は、この琵琶湖において新しく発見された水草食型の適応的意義を検証することを目的に以下の研究を行ったものである。

(1)草食脊椎動物が植物を利用する上で、共生腸内細菌群集が植物分解過程において果たす機能は非常に重要である。そこで、水草食型がこの型に特有の腸内細菌群集を保有するか、生理的および遺伝的に評価した。底生動物食型および動物プランクトン食型の腸内細菌群集が生理的、遺伝的両面において各々の型に特有であったのに対し、水草食型の腸内細菌群集は生理的には特有だったが、非特異的な遺伝組成を示した。このことから水草食型が型特有の安定した腸内細菌群集を持たないことが示唆された。(2)長期的な食物同化履歴を検出できる安定同位体分析を用い、琵琶湖において水草食型が餌資源を水草に依存しているかを検証した。水草食型は水草とかけ離れた安定同位体比を持っていたことから、この型が水草を摂食しているものの、依存の程度は低いことが示された。(3)飼育実験によってブルーギルの水草利用能力を評価した。すべてのブルーギル個体のマイナス成長率、および安定同位体比変化より、ブルーギルは僅かに水草を利用できるがその利用能力は低いことが示唆された。(4)本研究において捕獲した全ブルーギル個体の形態を同時に解析したところ、水草食型は底生動物食型と動物プランクトン食型の間の特徴を持つことが示された。

(1)~(3)の結果から、琵琶湖の水草食型ブルーギルは水草食に専門化していないことが強く示唆された。さらに(4)から、中間的な形態を持つ水草食型は、底生動物食型および動物プランクトン食型に比べ、それぞれの餌生物の捕食において劣ることが考えられた。本研究を通じて、水草食型ブルーギルは水草を主に摂食しているものの、実は栄養の大部分を他の餌生物に依存していること、また、底生動物およびプランクトンの捕食において不利な中間的な形態を持つ個体が、少しでもエネルギーを得るため容易に得られる水草を摂食した結果、水草食型を構成している、ということが示された。

### 論文審査の結果の要旨

申請者は、本学位論文において、人為的移入種であるブルーギルの琵琶湖個体群で見られる栄養多型現象に着目し、その餌資源利用様式と腸内共生細菌の関連性をDNA解析や安定同位体比分析などの分子解析手法を駆使して解明し、栄養多型の出現・維持機構について考察した。

栄養多型とは、異なる餌資源を利用するために行動的・形態的・生理的に特殊化した個体の不連続な表現型分布が同一集団内に見られる現象のことを指す。本研究材料であるブルーギルは、1960年に北米より移植され、日本各地に蔓延した有害な外来生物として知られている。琵琶湖においては、1968年に初めて確認され、1990年代以降、その個体群が急激に増加し

た。琵琶湖に移入当初のブルーギルの食性は、ほとんどベントス食であったが、現在、ベントス食・プランクトン食・水草食の3型が識別される。特に、水草食は原産地で報告されていない新規な食性型であり、脊椎動物が高等植物由来の難分解性多糖類の分解能力を生来的に欠くことを考慮すると、その出現・維持機構を探ることは進化的に大変興味深い試みであると言えよう。

本研究は、水草の分解・同化過程に腸内細菌叢が関与するという仮説に基づいて、DNAを用いた細菌群集構造解析と群集レベルでの微生物生理プロファイル解析によって栄養型間の腸内細菌叢の構造的・機能的特性について比較検討した。これらの解析の結果、水草食型の細菌叢の生理活性は他の食性型のものと有意に異なるが、遺伝的な群集構造は他の型と大きく重複していることが明らかとなった。このことは、移入後の歴史が浅いブルーギルには、水草食に固有の共生細菌叢が確立していないことを示唆する。

続いて、安定同位体分析を用いて、野外における栄養型間の餌資源利用様式を調べるとともに、室内飼育実験による水草の同化効率の推定を行った。分析の結果、水草食型は餌資源として水草にほとんど依存しておらず、その同化効率も極めて低いことが明らかとなった。以上の結果を総合して、申請者は、本種で見られる水草食性がベントス食型とプランクトン食型の中間的な形態を示す餌資源獲得能力に劣る個体の次善の策として、同化効率の悪い水草を大量に摂取した補償行動にすぎないとの結論に到達した。

本研究の特筆すべき点は、ブルーギルの移入個体群において比較的短期間に生じた栄養多型の進化というマクロな現象に対して、腸内共生細菌というミクロな生物との関わりに着目した発想の斬新さと、それを検証するために最新の分子解析手法を導入した技術的なバラエティーにある。ともすると、マクロとミクロの研究は乖離しがちであるが、広角な視野と絶妙なバランス感覚で研究を遂行する能力は博士として申し分ない資質を具えていると言えよう。また、魚類の多様性の進化において腸内共生細菌が普遍的重要性を持つ可能性を示唆したという点で、萌芽的、かつ、発展性に富んだ研究である。

よって、本論文を博士（理学）の学位論文として価値あるものと認めるとともに、論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を実施した結果、合格と判定した。